



CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 100 41 037.5

Anmeldetag: 22. August 2000

Anmelder/Inhaber: UbiCom Gesellschaft für Telekommunikation mbH,
Hohen Neuendorf/DE

Bezeichnung: Bildkodierungsverfahren und Bildkodierer

IPC: G 06 T, H 04 N

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 22. August 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

W. Pilz

MEISSNER, BOLTE & PARTNER

Anwaltssozietät GbR

Postfach 860624

81633 München

UbiCom
Gesellschaft für Telekommunikation mbH
Berliner Straße 4a
16540 Hohen-Neuendorf
Bundesrepublik Deutschland

22. August 2000
M/PLZ-014-DE
MB/HZ/hk

Bildkodierungsverfahren und Bildkodierer

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Bildkodierungsverfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie einen Bildkodierer zur Durchführung dieses Verfahrens.

5 Die digitale Bildverarbeitung (Digital Image Processing), heute in der Regel verkürzt als Bildverarbeitung bezeichnet, ist ein sich schnell entwickelndes technisches Gebiet mit vielfältigen und immer weiter ausgedehnten Anwendungsmöglichkeiten. Das Einsatzspektrum erstreckt sich von der zerstörungsfreien Werkstoff- und Konstruktionsprüfung über die automatische Steuerung
10 von Robotern und ganzen Industrieanlagen über die Astronomie, Elementarteilchenphysik, Kartografie und Meteorologie bis hin zu verschiedenartigsten biologischen und medizinischen Anwendungen.

15 Die Digitalisierung eines Bildes oder Bildkodierung kann auf verschiedene Arten erfolgen - so werden auf einem Träger vorliegende Fotos oder Zeichnungen zeilenweise eingescannt, während als (analoges) Videosignal vorliegende Bilder direkt auf
20 elektronischem Wege durch Analog-Digital-Wandlung in Datenbitfolgen umgesetzt werden können. Im Grunde besteht die Digitalisierung aus zwei Schritten, nämlich der Zerlegung der Bildvorlage in kleine, als Bildpunkte oder Pixel bezeichnete Flächenstücke (Rasterung) und der Zuweisung eines Helligkeits- und/
25 oder Farbwertes zu jedem Bildpunkt (Quantisierung).

Anwenderseitig werden an die Bildverarbeitung bzw. -kodierung ständig höhere Anforderungen hinsichtlich der räumlichen Auflösung, d. h. der Anzahl der Bildpunkte pro Flächeneinheit, und der Anzahl der Quantisierungsstufen der Helligkeits- bzw. Farbwerte auf der einen Seite sowie hinsichtlich des zu verarbeitenden Umfanges an Bildmaterial und der Verarbeitungsgeschwindigkeit andererseits gestellt. Es geht also um die möglichst schnelle Verarbeitung sehr großer Bilddatenmengen, so daß seit längerem intensive Entwicklungen zu Möglichkeiten der Datenkomprimierung oder auch -reduktion laufen. Es ist auch bereits eine Fülle von Verfahren in den verschiedenen Anwendungsfeldern in praktischem Gebrauch, wobei bitmap-orientierte Verfahren von der Kodierung des Bildes als Wellenfunktion oder der Vektor-Kodierung zu unterscheiden sind.

Ziel all dieser Verfahren ist es, das zu kodierende Bild durch möglichst wenig abzuspeichernde oder zu übertragende Daten zu beschreiben. Bekannt ist es auch, zur Reduzierung des Bilddatenumfanges weniger wichtige Bilddetails nicht mit abzuspeichern bzw. zu übertragen, Bilddaten nahe beieinander liegender Bildpunkte zusammenzufassen, bildbeschreibende Wellenfunktionen um Wellenanteile mit geringem Informationsgehalt zu verkürzen etc.. Ziel dieser Verfahren zur Bilddatenkompression ist die Einsparung von Speicherplatz bzw. die Beschleunigung der Bilddatenübertragung.

Ausgangspunkt der wesentlichen bekannten Verfahren zur Bildbeschreibung ist eine sogenannte Bitmap, die durch Zerlegung des Bildes in eine XY-Matrix aus Bildpunkten und Zuordnung eines Speicherbereiches, in dem ein Helligkeitswert und gegebenenfalls ein Farbwert als digitale Werte abgespeichert werden, zu jedem Bildpunkt gewonnen wird. Hierbei wird aus einer vorgegebenen Folge diskreter Helligkeits- bzw. Farbwerte dem Bildpunkt

derjenige zugewiesen, der mit dem tatsächlichen Farbwert am ehesten übereinstimmt.

Bei diesem Vorgehen gilt: Ein Bild ist eine feste Anzahl von
5 Bildpunkten (Pixeln), von denen jedem ein Helligkeits- und/oder
Farbwert zugewiesen ist. Die Anzahl der benutzten Bildpunkte
einerseits und Helligkeits- und Farbstufen andererseits diffe-
riert sehr stark in Abhängigkeit von der speziellen Anwendung.
Unabhängig von der konkreten Festlegung der entsprechenden Wer-
10 te haben diese Verfahren im Hinblick auf die Komprimierbarkeit
bzw. Reduzierbarkeit des Bilddatenumfanges prinzipielle Limi-
tierungen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe der Bereitstellung eines
15 Bildkodierungsverfahrens mit wesentlich verbesserten Bilddaten-
komprimierungs- bzw. -reduzierungsmöglichkeiten zugrunde. Wei-
terhin soll ein entsprechender, leistungsfähiger und schneller
Bildkodierer angegeben werden.

20 Diese Aufgabe wird hinsichtlich ihres Verfahrensaspektes durch
ein Bildkodierungsverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1
und hinsichtlich ihres Vorrichtungsaspektes durch eine Vorrich-
tung mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst.

25 Das erfindungsgemäße Verfahren, welches kurz als DLC(Dynamic
Luminance and Crominance Encoding/Decoding)-Verfahren bezeich-
net werden kann, schließt die folgende grundlegende Verarbei-
tungsregel ein: Ein Bild ist eine feste - jedoch vom Bildinhalt
abhängige - Anzahl von Farb- und Helligkeitswerten, denen die
30 bei der Rasterung erhaltenen Bildpunkte zugewiesen werden.

Um ein Bild nach diesem Verfahren zu kodieren, wird - ausgehend
von eingeführten Techniken - insbesondere von einer Bitmap-Da-
tei bereits digitalisierter Bilddaten ausgegangen. Im Verlaufe
35 der Verfahrensdurchführung wird nun zunächst analysiert, welche

Helligkeits- und Farbwerte überhaupt in dem Bild vorkommen. Nicht auftretende Farb- und Helligkeitswerte werden aus der verarbeitungsrelevanten Farb- und Helligkeitsskala eliminiert, da sie zur Bildbeschreibung nicht benötigt werden. Allein hier-
5 durch läßt sich der Umfang der das Verfahrensergebnis bildenden Datenbitfolge bzw. "DLC-Datei" (in Abhängigkeit vom Bildinhalt) unter Umständen bereits erheblich reduzieren, ohne daß ein Informationsverlust aufträte. Den für die Bildbeschreibung erforderlichen Farb- bzw. Helligkeitswerten werden anschließend die
10 Bildpunktkoordinaten bzw. -nummern zugewiesen, die diejenigen Bildpunkte definieren, in denen der jeweilige Farb- bzw. Helligkeitswert vorkommt.

In der am weitesten verbreiteten Ausführung herkömmlicher Bild-
15 verarbeitungsverfahren werden den Bildpunkten Bildpunktkoordinaten als Wertpaare aus kartesischen Koordinaten (X- und Y-Werte) zugewiesen. Entsprechend sind die Bildpunkte in der verfahrensgemäß erzeugten Datenbitfolge als Wertepaare angegeben, während die Helligkeits- und/oder Farbwerte, denen die Bild-
20 punkte zugeordnet sind, bevorzugt als einzelne Zahlenwerte kodiert sind. In einer anderen - in der Praxis sicherlich weniger bedeutsamen - Ausführung werden den Bildpunkten Polarkoordinaten (r - und φ -Werte) zugewiesen - und auch hier sind die Helligkeits- und Farbwerte bevorzugt als einzelne Zahlenwerte ko-
25 diert.

Bevorzugt werden die den auftretenden Helligkeits- und Farbwerten zugeordneten Bildpunkte in einer vorbestimmten Ordnung der Helligkeits- und Farbwerte in der Datenbitfolge verschlüsselt,
30 wobei in einer zweckmäßigen Ausführung allen einem bestimmten Helligkeits- und Farbwert zugeordneten Bildpunkten jeweils ein den Abstand zum vorhergehenden Helligkeits- und Farbwert kennzeichnender Wert vorangestellt wird. Dieses Vorgehen ergibt besondere Vorteile bei hinsichtlich der Helligkeits- bzw. Farb-
35 skala ausgeprägt "lückenhaften" Bildern. Anstelle der erwähnten

Abstandswerte können aber auch direkt die Helligkeits- bzw. Farb-Absolutwerte in der Datenbitfolge verschlüsselt sein, denen jeweils die zugehörigen Bildpunktnummern oder -koordinaten (Wertepaare) nachgestellt sind.

5

Als vereinfachtes Beispiel hierfür wird nachfolgend die Bilddatenkodierung für ein Bild mit 640 x 480 Bildpunkten und 128 Farbwerten skizzenhaft beschrieben. Es versteht sich, daß für eine größere Anzahl von Bildpunkten und einen feiner abgestuften Farbraum sowie die (zusätzliche oder alleinige) Kodierung von Helligkeitswerten analog vorgegangen werden kann.

10

Für das Bild gälte die folgende Zuordnung ausgewählter Farbwerte und Bildpunkte:

15

Farbwert	Pixel (X/Y)
1	88/78 78/88 78/89
2	
3	
4	
5	55/55
...	
22	27/56 27/57 66/89
23	17/88 18/78
128	67/78 67/90 123/89 126/67 200/56

20

25

Als ersten Schritt der Datenkompression verzichtet man auf die Speicherung bzw. Übertragung von Farbwerten, denen keine Bildpunkte zugewiesen sind. Damit sieht die DLC-Datei wie folgt aus:

30

1	88/78 78/88 78/89
5	55/55
...	
22	27/56 27/57 66/89

35

- 6 -

23 17/88 18/78
 128 67/78 67/90 123/89 126/67 200/56

5 Als nächstes wird gemäß einem im Bildkodierer (Encoder) wie
 auch im Decoder implementierten Algorithmus eine Zahlenfolge
 generiert, bei der mit einem Schrägstrich voneinander abge-
 trennte Zahlen die X- und Y-Koordinate eines Bildpunktes be-
 zeichnen, während einzelne Zahlen einen Abstand zu vorherigen
 Farbwerten ("Sprung im Farbwert") bezeichnen. Es ergibt sich
 10 die Zahlenfolge: 88/78 78/88 78/89 4 55/55 17 27/56
 27/57 66/89 1 17/88 17/78 105 67/78 67/90 123/89
 126/67 200/56.

15 Eine zusätzliche Möglichkeit zur Datenkompression ergibt sich,
 wenn innerhalb des Bildes eine bestimmte Anzahl von Teilbilder
 nach einem vorbestimmten Algorithmus definiert wird, beispiels-
 weise zwei Teilbilder (links/rechts) oder vier Teilbilder
 (links oben/rechts oben/links unten/rechts unten), und in der
 Bildkodierer- sowie Decoder-Software die Vereinbarung implemen-
 20 tiert ist, daß innerhalb der Zahlenfolge (Datenbitfolge) die
 Beschreibung eines nächsten Teilbildes beginnt, wenn nach an-
 steigenden X- bzw. Y-Koordinaten wieder niedrigere Werte auf-
 treten.

25 Auch dies sei an einem Beispiel verdeutlicht:

↓ Hier beginnen Koordinaten
 eines neuen Teilbilds

12/45 34/78 67/89 123/124 28/67 67/87

30

↓ Teilbild
 überspringen

↓ hier beginnt ein
 neues Teilbild

12/45 34/78 0/0 67/89 123/234 156/245 28/67 67/87

- 7 -

Eine wesentliche Möglichkeit zur Datenreduktion ergibt sich dadurch, daß Helligkeits- und/oder Farbwerte, denen eine bestimmten Schwellwert unterschreitende Anzahl von Bildpunkten zugeordnet ist, in der DLC-Datei nicht kodiert werden. Im einfachsten Fall tauchen die entsprechenden Bildpunkte in der reduzierten Datenbitfolge überhaupt nicht mehr auf. Verfeinert wird dieses Vorgehen dadurch, daß diejenigen Bildpunkte, deren Helligkeits- und/oder Farbwerte nicht kodiert werden, jeweils dem nächst benachbarten Helligkeits- und/oder Farbwert zugeordnet werden. Auch die erstgenannte, bei der Kodierung einfachere Möglichkeit läßt sich verfeinern, und zwar, in dem auf der Decoderseite denjenigen Bildpunkten, für die kein Helligkeits- bzw. Farbwert geliefert wurde, ein aus Informationen über die umgebenden Bildpunkte errechneter Wert zugewiesen wird.

Hierbei ist es zur Begrenzung der Folgen von Informationsverlusten möglich, geschützte Bildbereiche zu definieren. Stammt ein Bildpunkt aus diesem speziell definierten Bereich, werden implementierte Datenreduktionsverfahren hierfür gar nicht oder nach einem abgeschwächten Modus angewandt. Die diesbezügliche Information muß nur im Bildkodierer vorliegen und dem Decoder nicht mitgeteilt werden, so daß das Vorgehen keine zusätzliche Übertragungskapazität benötigt.

Die oben erwähnten Verfahrensschritte und -aspekte haben in der Ausführung eines Bildkodierers jeweils ein Vorrichtungs-Äquivalent in Hardware- oder Software-Realisierung. Der erfindungsgemäße Bildkodierer umfaßt insbesondere eine Bildpunkt-Zuordnungseinrichtung zur Realisierung der erwähnten Zuordnung von Nummern bzw. Koordinaten von Bildpunkten zu den einzelnen auftretenden Helligkeits- bzw. Farbwerten. Weiterhin umfaßt er insbesondere eine Helligkeits-/Farbwert-Erfassungseinrichtung zur Untersuchung des Bildes - oder einer primären Bitmap - auf das Auftreten der einzelnen Helligkeits- und/oder Farbwerte aus einer vorbestimmten Mehrzahl solcher Werte.

Schließlich hat der Bildkodierer insbesondere einen digitalen Eingang für eine primäre Datenbitfolge (Bitmap) und einen digitalen Ausgang für die sekundäre - komprimierte und gegebenenfalls reduzierte - Datenbitfolge (DLC-Datei).

10 In einer die oben erwähnte Datenreduktion durch Nicht-Kodierung selten vorkommender Helligkeits- bzw. Farbwerte ermöglichenden Ausführung hat der Bildkodierer einen Helligkeits-/Farb-Schwellwertdiskriminator und eine mit diesem sowie der Helligkeits-/Farb-Erfassungseinrichtung verbundene Zählereinrichtung zur Feststellung der Anzahl von einem bestimmten Helligkeits- bzw. Farbwert zugeordneten Bildpunkten und zur Diskriminierung dieser Bildpunktanzahl an einem vorbestimmten (programmierten) 15 Schwellwert.

Mit diesen Komponenten ist in einer weiteren speziellen Ausführung eine Nachbarwert-Zuweisungseinrichtung verbunden, die denjenigen Bildpunkten den nächst benachbarten Helligkeits- bzw. 20 Farbwert der primären Werteskala zuweist, deren ursprünglicher Helligkeits- bzw. Farbwert aufgrund der geringen Anzahl zugeordneter Bildpunkte nicht kodiert wird.

25 In einer weiteren speziellen Ausführung umfaßt der Bildkodierer eine Bildaufteilungseinrichtung, die im eingangs erwähnten Schritt der Rasterung des Bildes wirksam wird und entweder einen Bildbereich mit hoher Priorität (oder auch mehrere solche Bildbereiche) definiert und/oder das Bild in Teilbilder mit jeweils gesonderter Bildpunktnummerierung bzw. -koordinatenzuweisung unterteilt. 30

Die Ausführung der Erfindung ist nicht auf diese Aspekte und die oben erwähnten vereinfachten Beispiele beschränkt, sondern im Rahmen der anhängenden Ansprüche in einer Vielzahl von Ab-

- 9 -

wandlungen ausführbar, die im Rahmen fachgemäßen Handelns liegen.

- 5 Auch die Anwendung zahlreicher bereits bekannter Verfahren zur Datenreduktion und Datenkompression ist mit dem DLC-Verfahren sinnvoll im Sinne einer möglichst großen Verringerung der Datenmenge möglich. So bietet z. B. die bekannte Methode der Lauflängencodierung eine Möglichkeit, die Anzahl zu übertragender oder zu speichernder Bits weiter zu verringern. Gut geeignet zur Kombination mit dem DLC-Verfahren ist die Methode der
- 10 Bildung von Bildclustern, bei denen die Übertragung von benachbarten Pixeln mit gleicher Farb- oder Helligkeitsinformation durch Bildung eines Clusters als verkürzt zu beschreibende Zusammenfassung dieser Pixel erfolgt.

MEISSNER, BOLTE & PARTNER

Anwaltssozietät GbR

Postfach 860624

81633 München

UbiCom
Gesellschaft für Telekommunikation mbH
Berliner Straße 4a
16540 Hohen-Neuendorf
Bundesrepublik Deutschland

22. August 2000

M/PLZ-014-DE

MB/HZ/hk

Bildkodierungsverfahren und Bildkodierer

Patentansprüche

1. Bildkodierungsverfahren zur Umwandlung eines Bildes in eine Datenbitfolge unter Auflösung in eine Mehrzahl von einzelnen numerierten oder mit Bildpunktkoordinaten versehenen Bildpunkten, denen jeweils ein Helligkeits- und/oder Farbwert aus einer Mehrzahl von vorbestimmten Helligkeits- und/oder Farbwerten entspricht,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
jedem der im Bild auftretenden Helligkeits- und/oder Farbwerte die Nummern bzw. Bildpunktkoordinaten der diesen Helligkeits- und/oder Farbwert aufweisenden Bildpunkte zugeordnet werden.
2. Bildkodierungsverfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
in einem ersten Schritt das Bild daraufhin untersucht wird, welche der vorbestimmten Mehrzahl von Helligkeits- und/oder Farbwerten in dem Bild auftreten, und
in einem zweiten Schritt jedem der aufgefundenen Helligkeits- und/oder Farbwerte die Nummern bzw. Bildpunktkoordinaten der diesen Helligkeits- und/oder Farbwert aufweisenden Bildpunkte zugeordnet werden
3. Bildkodierungsverfahren nach Anspruch 1,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
die Ausführung als Bearbeitung einer primären Datenbitfolge

ge zur Gewinnung einer sekundären, insbesondere komprimierten oder reduzierten, Datenbitfolge, wobei Helligkeits- und/oder Farbwerte, denen kein Bildpunkt zugeordnet ist, in der sekundären Datenbitfolge nicht kodiert werden.

5

4. Bildkodierungsverfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, daß
den Bildpunkten Bildpunktkoordinaten als Wertepaare aus
kartesischen Koordinaten oder Polarkoordinaten zugewiesen
sind und die Bildpunktkoordinaten in der sekundären Daten-
bitfolge als Wertepaare angegeben sind, während die Hel-
ligkeits- und/oder Farbwerte, denen die Bildpunkte zuge-
ordnet sind, als einzelne Zahlenwerte kodiert werden.

10

- 15 5. Bildkodierungsverfahren nach einem der vorangehenden An-
sprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die den auftretenden Helligkeits- und/oder Farbwerten zu-
geordneten Bildpunkte in einer vorbestimmten Ordnung der
20 Helligkeits- und/oder Farbwerte angegeben werden, wobei
vor den einem bestimmten Helligkeits- und/oder Farbwert
zugeordneten Bildpunkten jeweils ein den Abstand zum vor-
hergehenden Helligkeits- und/oder Farbwert kennzeichnender
Wert vorangestellt wird.

25

6. Bildkodierungsverfahren nach einem der vorangehenden An-
sprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
zur Datenreduktion Helligkeits- und/oder Farbwerte, denen
30 eine einen bestimmten Schwellwert unterschreitende Anzahl
von Bildpunkten zugeordnet ist, nicht kodiert werden.

30

7. Bildkodierungsverfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, daß
35 diejenigen Bildpunkte, deren Helligkeits- und/oder Farb-

35

werte nicht kodiert werden, dem nächst benachbarten Helligkeits- und/oder Farbwert zugeordnet werden.

- 5 8. Bildkodierungsverfahren nach Anspruch 6 oder 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
besonders relevante Teile eines Bildes vorbestimmt werden,
in denen die Nicht-Kodierung von Helligkeits- und/oder
Farbwerten, denen eine einen bestimmten Schwellwert unter-
schreitende Anzahl von Bildpunkten zugeordnet ist, aufge-
10 hoben wird.
- 15 9. Bildkodierungsverfahren nach einem der vorangehenden An-
sprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
das Bild in einer vorbestimmten Ordnung in Teilbilder un-
terteilt wird, in denen die Bildpunkte jeweils separat nu-
meriert oder mit Bildpunktkoordinaten versehen sind.
- 20 10. Bildkodierer zur Durchführung des Bildkodierungsverfahrens
nach einem der vorangehenden Ansprüche,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
eine Bildpunkt-Zuordnungseinrichtung zur Zuordnung der ei-
nen bestimmten Helligkeits- und/oder Farbwert aufweisenden
Bildpunkte zu dem entsprechenden Helligkeits- und/oder
25 Farbwert.
- 30 11. Bildkodierer nach Anspruch 10,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
eine mit einem Eingang der Bildpunkt-Zuordnungseinrichtung
verbundene Helligkeits-/Farbwert-Erfassungseinrichtung
zur, insbesondere abtastenden, Untersuchung des Bildes auf
die auftretenden Helligkeits- und/oder Farbwerte.
- 35 12. Bildkodierer nach Anspruch 10 oder 11,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h

einen digitalen Eingang zum Empfang einer primären Datenbitfolge und einen digitalen Ausgang zur Ausgabe einer sekundären, insbesondere komprimierten oder reduzierten, Datenbitfolge.

5

13. Bildkodierer nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
einen Helligkeits-/Farb-Schwellwertdiskriminator und
eine mit dem Ausgang der Bildpunkt-Zuordnungseinrichtung
verbundene Zählereinrichtung zum Zählen der den einzelnen
auftretenden Helligkeits- und/oder Farbwerten zugeordneten
Bildpunkte, welche mit einem Eingang des Helligkeits-/
Farb-Schwellwertdiskriminators verbunden ist,
wobei der Helligkeits-/Farb-Schwellwertdiskriminator und
die Zählereinrichtung derart zusammenwirken, daß Helligkeits- und/oder Farbwerte, denen eine einen voreingestellten Schwellwert unterschreitende Anzahl von Bildpunkten zugeordnet ist, nicht kodiert und ausgegeben werden.

10

15

20

14. Bildkodierer nach Anspruch 13,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
eine mit dem Helligkeits-/Farb-Schwellwertdiskriminator
verbundene Nachbarwert-Zuweisungseinrichtung zur Zuordnung
derjenigen Bildpunkte, deren Helligkeits- und/oder Farbwerte wegen Unterschreitung des Schwellwertes nicht kodiert werden, zum nächst benachbarten Helligkeits- und/oder Farbwert.

25

15. Bildkodierer nach einem der Ansprüche 10 bis 14,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
eine Bildaufteilungseinrichtung zur Festlegung abgegrenzter, besonders relevanter Teile eines Bildes und/oder zur Unterteilung des Bildes in Teilbilder, in denen die Bildpunkte jeweils separat numeriert oder mit Bildpunktkoordinaten versehen werden, in einer vorbestimmten Ordnung.

30

35

Zusammenfassung

5 Bildkodierungsverfahren zur Umwandlung eines Bildes in eine Datenbitfolge unter Auflösung in eine Mehrzahl von einzeln nummerierten oder mit Bildpunktkoordinaten versehenen Bildpunkten, denen jeweils ein Helligkeits- und/oder Farbwert aus einer Mehrzahl von vorbestimmten Helligkeits- und/oder Farbwerten entspricht, wobei jedem der im Bild auftretenden Helligkeits- und/oder Farbwerte die Nummern bzw. Bildpunktkoordinaten der diesen Helligkeits- und/oder Farbwert aufweisenden Bildpunkte zugeordnet werden.

10



#17
09/934,438
Ulrich Pilz et al

I am familiar with the German and English languages and I declare under penalty of perjury under the laws of the United States of America that the foregoing is true and correct.

Executed this 30th day of August, 2001.

A handwritten signature in cursive script, appearing to read "Heinze".

Dr. Ekkehard Heinze

Johann-Fichte-Straße 11
80805 München
Bundesrepublik Deutschland

Image encoding method and image encoder

Description

5 The invention relates to an image encoding method as per the preamble of claim 1, and to an image encoder for realizing said method.

10 Digital image processing, nowadays, as a rule, in short called image processing, is a rapidly developing technical field with manifold and increasingly expanding application possibilities. The spectrum of use extends from destruction-free material and construction tests over automatic control of robots and entire industrial plants, over astronomy, high-energy physics,
15 cartography and meteorology, up to the most diverse biological and medical applications.

Digitization of an image or image encoding may ensue in various ways - photographs or drawings present on a carrier
20 are scanned line-wise, whereas images present as an (analog) video signal may be transformed directly into data bit sequences by analog-to-digital conversion on the electronic way. Basically, digitization comprises two steps, namely of dividing the image model into small partial areas called
25 pixels (screening), and of allocating a luminance or chrominance value to each pixel (quantization).

On the part of the users, higher demands are permanently made with respect to spatial resolution, i.e. the number of pixels
30 per surface unit, and the number of quantization stages of the luminance or chrominance values, for one, and with respect to the amount of image material to be processed and the processing speed, for another. Hence, it is the question of an as fast as possible processing of very large image data

amounts, so that for a prolonged period of time, intensive developments as to the possibilities of data compression or even data reduction have been conducted. A plentitude of methods is already in practical use in the different fields of application, whereby bit map-oriented methods have to be distinguished from the image encoding as a wave function or of the vector encoding.

The objective of all of these methods is to describe the image to be encoded by as few as possible data to be stored or to be transmitted. For reducing the image data volume, it is also known not to store or transmit less important image details, to combine image data of pixels lying close to each other, to shorten image-describing wave functions by wave portions having minor information content, etc.. The objective of these methods for image data compression is to save storage space requirement or to accelerate image data transmission, respectively.

Starting point of the essential known methods for image description is a so-called bit map, which is obtained for each pixel by dividing the image into a XY matrix of pixels, and by allocation of a storage area, where a luminance value and, if necessary, a chrominance value are memorized as digital values. Hereby, the pixel is allocated that luminance or chrominance value from a predetermined sequence of discrete luminance or chrominance values, which coincides most with the actual chrominance value.

With this procedure applies: An image is a fixed number of pixels, each having allocated a luminance value and/or chrominance value. The number of the used pixels, for one, and the number of the used luminance and chrominance gradations, for another, differ very considerably in dependence of the

specific application. Independent of the actual determination of the corresponding values, these methods experience principal limitations with respect to the compressibility or reducibility of the image data volume.

5

The invention therefore is based on the objective task of providing an image encoding method having essentially improved image data compression possibilities or image data reduction possibilities, respectively. Moreover, a corresponding powerful and fast image encoder is intended to be proposed.

10

This objective task is solved with respect to the process aspect by an image encoding method having the features of claim 1, and with respect to its device aspect by an encoder having the features of claim 10.

15

The inventive method, which can in short be designated DLC method (DLC: Dynamic Luminance and Chrominance Encoding/Decoding), includes the following fundamental processing rule: An image is a fixed - yet independent of the image content - number of chrominance and luminance values, which are allocated the pixels obtained by screening.

20

For encoding an image according to this method, it is started - departing from introduced techniques - in particular from a bit map file of already digitized image data. During the realization of the method, it is first analyzed, which luminance and chrominance values are present at all in the image. Non-occurring luminance and chrominance values are eliminated from the processing-relevant luminance and chrominance scale, since these are not required for the image description. Alone hereby already, it is possible to considerably reduce the volume of the data bit sequence or "DLC file" (in dependence on the image content) forming the

30

method result, without an information loss occurring. The chrominance or luminance values required for the image description are subsequently allocated the pixel coordinates or pixel numbers defining those pixels, in which the
5 respective chrominance or luminance value is present.

In the most common realization of conventional image processing methods, the pixels are allocated pixel coordinates as value pairs of Cartesian coordinates (X and Y parameters).
10 The pixels accordingly are indicated in the data bit sequence generated according to this method as value pairs, whereas the luminance or chrominance values, to which the pixels are allocated, are preferably encoded as single numerical values. In another realization - which in practice surely is less
15 important - the pixels are allocated polar coordinates (r and ϕ values) - and here, as well, the luminance and chrominance values are preferably encoded as single numerical values.

In a preferred manner, the pixels allocated to the arising
20 luminance and chrominance values are encoded in the data bit sequence in a predetermined order of the luminance and chrominance values, whereby in one suitable realization, all pixels allocated to a determined luminance or chrominance value, are in each case preceded by a value characterizing the
25 distance to the preceding luminance and chrominance value. This proceeding furnishes special advantages with images, which are particularly "gappy" with respect to the luminance and chrominance scale. In place of the mentioned distance values, however, the absolute luminance or chrominance values
30 may as well be encoded in the data bit sequence, said absolute values being in each case followed by the associated pixel numbers or pixel coordinates.

As a simplified example herefor, the image data encoding for an image having 649 x 480 pixels and 128 chrominance values will be sketched in the following. It is to be understood that for a larger number of pixels and a more finely gradated colour range, as well as for the (additional or sole) encoding of luminance values, the analog proceeding can be carried out.

The following allocation of selected chrominance values and pixels would apply to the image:

10

Chrominance value	pixels	(X/Y)	
1	88/78	78/88	78/89
2			
3			
4			
5	55/55		
...			
22	27/56	27/57	66/89
23	17/88	18/78	
128	67/78	67/90	123/89 126/67 200/56

20

As a first step of data compression, storage or transmission of chrominance values which have no pixels allocated, are renounced of. Therewith, the DLC file presents itself as follows:

25

1	88/78	78/88	78/89
5	55/55		
...			
22	27/56	27/57	66/89
23	17/88	18/78	
128	67/78	67/90	123/89 126/67 200/56

30

Next, according to an algorithm implemented in the image encoder, as well as in the image decoder, a sequence of numbers is generated, in which the numbers separated from each other by a slash designate the X and Y coordinate of a pixel, whereas single numbers designate a distance to preceding chrominance values ("leap in the chrominance value"). The following sequence of numbers arises: 88/78 78/88 78/89 4 55/55 17 27/56 27/57 66/89 1 17/88 17/78 105 67/78 67/90 123/89 126/67 200/56.

10

An additional possibility for data compression ensues, when within one image, a determined number of partial images is defined according to a predetermined algorithm, e.g. two partial images (left/right) or four partial images (left top/right top/left bottom/right bottom), and when in the image encoder and decoder software the declaration is implemented that within the sequence of numbers (data bit sequence), the description of the next partial image will start, when after ascending X and Y coordinates lower values arise again.

20

This as well shall be explained by means of an example:

					↓ here start coordinates of a new partial image	
25	12/45	34/78	67/89	123/124	28/67	67/89
		↓ skip partial image				↓ here start coordinates of a new partial image
30	12/45	34/78	0/0	67/89	123/234	156/245 28/67 67/87

An essential possibility for data reduction ensues by the fact that luminance values and/or chrominance values, which have a

number of pixels allocated falling below a determined threshold value, are not encoded in the DLC file. In the simplest case, the corresponding pixels no longer appear at all in the reduced data bit sequence. This proceeding is refined by the fact that those pixels, the luminance and/or chrominance values of which are not encoded, are in each case allocated to the next adjacent luminance and/or chrominance value. The first mentioned possibility, which is simpler as far as encoding is concerned, may be refined in that those pixels on the decoder side, for which no luminance or chrominance value was furnished, are allocated a value calculated from information on the surrounding pixels.

Hereby, for restricting the consequences of information loss, it is possible to define protected image areas. If a pixel originates from this specifically defined area, implemented data reduction procedures are not at all applied herefor or only pursuant to a moderated mode. The relevant information has only to be present in the image encoder and has not to be communicated to the decoder, so that this procedure does not require additional transmission capacity.

The above-mentioned process steps and aspects comprise in each case in the realization of an image encoder an equivalent in device in the hardware and software configuration. The inventive image encoder comprises in particular a pixel allocation means for realizing the mentioned allocation of numbers or coordinates of pixels to the separately arising luminance or chrominance values. Moreover, it comprises in particular a luminance value/chrominance value detection means for examining the image - or a primary bit map - for occurrence of the individual luminance value and/or chrominance value from a predetermined plurality of such values.

Finally, the image encoder in particular comprises a digital input for a primary data bit sequence (bit map), and a digital output for the secondary - compressed and, if necessary,
5 reduced - data bit sequence (DLC file).

In a realization enabling the above-mentioned data reduction by non-encoding rarely occurring luminance or chrominance values, the image encoder comprises a luminance threshold
10 value discriminator/chrominance threshold value discriminator, and a counter means connected to the latter and the luminance detection means/chrominance detection means for ascertaining the number of pixels allocated by a determined luminance value or chrominance value, and for discriminating said number of
15 pixels at a predetermined (programmed) threshold value.

To these components, an adjacent value allocation means is connected in a further specific realization, which allocates the next adjacent luminance value or chrominance value of the
20 primary value scale to those pixels, the original luminance or chrominance value of which are not encoded due to the small number of allocated pixels.

In a further specific realization, the image encoder comprises
25 an image dividing means becoming effective in the initially mentioned step of screening the image, and which either defines an image area with high priority (or even several of such image areas) and/or subdivides the image into partial images with in each case separate pixel numbering or pixel
30 coordinate allocation.

The realization of the invention is not restricted to these aspects and the above-mentioned simplified examples, rather it can be realized within the framework of the enclosed claims in

a multitude of modifications being within the scope of the skilled person's proceeding.

Also, the use of numerous methods already known for data
5 reduction and data compression is reasonably possible by means
of the DLC method for the purposes of an utmost large
reduction of the data amount. Thus, for example, the known
method of run-length coding represents one possibility of
further reducing the number of bits to be stored or
10 transmitted. Well suited for combination with the DLC method
is the method of forming image clusters, in which the
transmission of adjacent pixels having equal luminance or
chrominance information ensues by formation of a cluster,
which can be described in an abbreviated manner as a
15 condensation of these pixels.

Claims

1. Image encoding method for transforming an image into a data bit sequence under resolution into a plurality of pixels individually numbered or provided with pixel coordinates, to which corresponds in each case a luminance value and/or chrominance value from a plurality of predetermined luminance values and/or chrominance values, characterized in that each of the luminance values and/or chrominance values occurring in the image, are allocated the numbers or pixel coordinates of the pixels having said luminance value and/or chrominance value.
2. Image encoding method according to claim 1, characterized in that in a first step, the image is examined as to which of the predetermined plurality of luminance values and/or chrominance values occurs in the image, and in a second step, each of the detected luminance values and/or chrominance values are allocated the numbers or pixel coordinates of the pixels having said luminance value and/or chrominance value.
3. Image encoding method according to claim 1, characterized by the realization as processing of a primary data bit sequence for obtaining a secondary, in particular compressed or reduced data bit sequence, luminance values and/or chrominance values having no pixel allocated being not encoded in the secondary data bit sequence.

4. Image encoding method according to claim 3,
c h a r a c t e r i z e d i n t h a t
the pixels are allocated pixel coordinates as value pairs
of Cartesian coordinates or polar coordinates, and the
5 pixel coordinates are indicated in the secondary data bit
sequence as value pairs, whereas the luminance values
and/or chrominance values with which the pixels are
associated, are encoded as individual numerical values.

10 5. Image encoding method according to any one of the
preceding claims,
c h a r a c t e r i z e d i n t h a t
the pixels allocated to the occurring luminance values
and/or chrominance values are indicated in a predetermined
15 order of the luminance values and/or chrominance values,
the pixels allocated to a determined luminance value
and/or chrominance value being in each case preceded by a
value characterizing the distance to the preceding
luminance value and/or chrominance value.

20 6. Image encoding method according to any one of the
preceding claims,
c h a r a c t e r i z e d i n t h a t
for data reduction, those luminance values and/or
25 chrominance values having a number of pixels allocated
falling below a determined threshold value, are not
encoded.

7. Image encoding method according to claim 6,
30 c h a r a c t e r i z e d i n t h a t
those pixels, the luminance values and/or chrominance
values of which are not encoded, are allocated to the next
adjacent luminance value and/or chrominance value.

8. Image encoding method according to claim 6 or 7,
c h a r a c t e r i z e d i n t h a t
particularly relevant parts of an image are predetermined,
in which the non-encoding of those luminance values and/or
5 chrominance values is suppressed, which have a number of
pixels allocated falling below a determined threshold
value.
9. Image encoding method according to any one of the
10 preceding claims,
c h a r a c t e r i z e d i n t h a t
the image is subdivided into partial images in a
predetermined order, in which partial images the pixels
are in each case separately numbered or provided with
15 pixel coordinates.
10. Image encoder for realizing the image encoding method
according to any one of the preceding claims,
c h a r a c t e r i z e d b y
20 a pixel allocation means for allocating pixels having a
predetermined luminance value and/or chrominance value to
the corresponding luminance value and/or chrominance
value.
- 25 11. Image encoder according to claim 10,
c h a r a c t e r i z e d b y
a luminance value/chrominance value detection means
connected to an input of the pixel allocation means for
examining, in particular in a scanning manner, the image
30 for the occurring luminance values and/or chrominance
values.
12. Image encoder according to claim 10 or 11,
c h a r a c t e r i z e d b y

a digital input for receiving a primary data bit sequence, and a digital output for outputting a secondary, in particular compressed or reduced data bit sequence.

- 5 13. Image encoder according to any one of claims 10 through 12,
c h a r a c t e r i z e d b y
a luminance/chrominance threshold value discriminator and
a counter means connected to the output of the pixel
10 allocation means for counting the pixels allocated to the individually occurring luminance values and/or chrominance values, which counter means is connected to the input of the luminance/chrominance threshold value discriminator,
the luminance(chrominance threshold value discriminator
15 and the counter means cooperating in such a manner that luminance values and/or chrominance values having a number of pixels allocated falling below a predetermined threshold value, are not encoded and are not outputted.
- 20 14. Image encoder according to claim 13,
c h a r a c t e r i z e d b y
an adjacent value allocation means connected to the luminance/chrominance threshold value discriminator for allocating to the next adjacent luminance and/or
25 chrominance value those pixels, the luminance values and/or chrominance values of which are not encoded due to falling below the threshold value.
- 30 15. Image encoder according to any one of claims 10 through 14,
c h a r a c t e r i z e d b y
an image dividing means for determining restricted, particularly relevant parts of an image and/or for subdividing the image into partial images, in which the

pixels are in each case separately numbered or provided with pixel coordinates in a determined order.

Abstract

Image encoding method for transforming an image into a data
bit sequence under resolution into a plurality of pixels
5 individually numbered or provided with pixel coordinates, to
which corresponds in each case a luminance value and/or
chrominance value from a plurality of predetermined luminance
values and/or chrominance values, each of the luminance values
and/or chrominance values occurring in the image, being
10 allocated the numbers or pixel coordinates of the pixels
having said luminance value and/or chrominance value.